

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

Especially this invention relates to the FABURI ** low equipment with which a half-value-width energy error is compensated, and its manufacture approach in application of optic fiber communication about FABURI ** low equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art]

In recent years, various optical applied technologies have accomplished remarkable development from properties, such as reflection of a light wave, refraction, interference, and a quick transmission speed, and the advantage of receiving easily. Especially, development of an optical-communication field is remarkable. In order that optical communication may transmit data by advance of a light wave, dispatch of the data in the process of transmission and the effectiveness of reception are deeply concerned with the property of a light wave. That is, if a limit according [a passive optical device] to the property of a light wave in various kinds of ***** used at an optical-communication path is not conquered, the effectiveness of desirable dispatch and reception is not acquired at present.

[0003]

In order to respond to these needs, the manufacture precision of various optical devices, such as a semiconductor and MEMS (Micro Electro Mechanical Systems), is altogether built towards submicron one thru/or a nano technique. For example, the micro mold FABURI ** low resonant cavity (or interferometer) which developed from the bulk micro processing technique in semiconductor technology and a MEMS technique is already applied in various fields, such as photoelectricity, a machine, medicine, and environmental measurement.

[0004]

Drawing 1 is drawing showing the conventional FABURI ** low etalon. As shown in drawing 1, the FABURI ** low etalon 10 is mutually parallel, and is constituted by the plane mirrors 11 and 12 which counter. The reflection factor of plane mirrors 11 and 12 is R, and both plane mirrors can reflect incident light 13 partially. Moreover, the distance Dop between a plane mirror 11 and 12 is called optical thickness. In case wavelength carries out incidence of the incident light 13 of $\lambda_1 - \lambda_{\text{dan}}$ to the FABURI ** low etalon 10, incident light 13 goes back and forth among both the plane mirrors 11 and 12 by the reflex action of plane mirrors 11 and 12. And by adjusting the distance Dop between a plane mirror 11 and 12, it becomes possible to pass only the incident light 14 of specific wavelength λ_{bdai} , and the filtration effectiveness can be acquired. The optical property of FABURI ** low equipment is defined by the following formula.

[0005]

Free spectrum ratio (Free Spectrum Ratio): $\text{FSR} = (\lambda^2) / 2nDop$

(λ is [a refractive index and Dop of main wavelength and n] the distance between both plane mirrors.)

Finesse (Finesse): $F = \pi \sqrt{R} / (1 - R)$

(R is the reflection factor of both reflecting mirrors.)

Half-value-width energy: $FWHM = FSR / F$

[0006]

Wavelength approximates the outgoing radiation light 14 which passed the above-mentioned FABURI ** low etalon 10 to Gaussian distribution. For this reason, the half-value-width energy value which filters a light wave by application of the conventional optical communication system serves as most important parameter on a design. In the above-mentioned FABURI ** low etalon 10, the half-value-width energy value of wavelength distribution of the outgoing radiation light 14 is mainly determined by the reflection factor of both the plane mirrors 11 and 12, and the optical thickness Dop between both plane mirrors. therefore, assembling with manufacture of both the plane mirrors 11 and 12 how, and controlling the optical thickness Dop and the reflection factor R between both plane mirrors in a process for a FABURI ** low etalon, -- ** on a design -- it becomes an important technical problem.

[0007]

For example, in order that the wavelength range may make specific wavelength λ of the outgoing radiation light 14 which passed the above-mentioned FABURI ** low etalon 10 the main wavelength λ of the C band which is 1530nm - 1565nm, i.e., 1550nm, according to the optic fiber communication ITU100GHZ specification, a half-value-width energy value is 0.37nm, and, as for the spectrum property of the outgoing radiation light 14, the free spectrum ratio FSR must fulfill at least 40nm conditions. That is, Finesse F must be 108. Here, half-value-width energy, a free spectrum ratio, and finesse are as being shown in drawing 2. Furthermore, according to the free spectrum ratio FSR, the main wavelength λ , optical thickness Dop and the relational expression of a refractive index n, and $FSR = (\lambda^2) / 2nDop$, the optical thickness Dop between both the parallel plane mirrors 11 and 12 is set to a maximum of 30 micrometers. Moreover, according to relational-expression $F = \pi \sqrt{R} / (1 - R)$ of the reflection factor R of both the reflecting mirrors that are parallel to Finesse F, the reflection factor R of both parallel reflecting mirrors is set to at least 0.97.

[0008]

However, as shown in drawing 3, the conventional FABURI ** low resonant cavity 20 manufactured by MEMS and the semi-conductor process technique usually etches the slot of the specific depth on a glass substrate 21, and plates an optical thin film on the front face, and forms the fixed reflector 23. And the movable reflector 24 which plated the optical thin film is formed on a silicon substrate 22 with a MEMS process technique. The distance of the fixed reflector 23 and the movable reflector 24 is D, and the movable reflector 24 can move the minute distance d ($d \ll D$). For this reason, the reflection factor of both the reflectors 23 and 24 is actually determined by the quality of an optical thin film. However, the reflection factor of both reflectors is controllable also by the optical thin film technology which was comparatively excellent in now only within **1%. Therefore, in an above-mentioned example, the reflection factor by the optical thin film is actually 0.97 ± 0.01 , 0.96-0.98. [i.e.,] If this reflection factor R introduces the value of 0.96-0.98 into formula $F = \pi \sqrt{R} / (1 - R)$ of finesse, and half-value-width energy value $FWHM = FSR / F$, finesse $F = 77-155$ and half-value-width energy value $FWHM = 0.52-0.258$ nm will be obtained. The half-value-width energy value FWHM with such a large tolerance zone is hardly inapplicable. Therefore, with tolerance of an optical thin film, the half-value-width energy actually obtained will be as large as a desired value, and this conventional FABURI ** low resonant cavity 20 will change. Therefore, in order to make it coincide with that there is no error in the demand of a design of half-value-width energy, it is necessary to adjust the distance D between both reflectors. For example, it will be set to $F = 108$ if $R = 0.97$, when it is half-value-width energy value $FWHM = 0.37$ nm. According to the formula, it is set to $FSR = 0.37\text{nm} \times 108 = 40\text{nm}$, and $D = 30$ micrometers is obtained. Moreover, it will be set to $F = 155$ if $R = 0.98$. According to the formula, it is set to $FSR = 0.37\text{nm} \times 155 = 57.5\text{nm}$, and $D = 20.8$ micrometers is obtained. That is, tolerance change of a reflection factor can keep constant the half-value-width energy value FWHM by adjusting D. However, the glass substrate 21 and silicon substrate 22 in a manufacture process are being fixed together. That is, the distance D between both the reflectors 23 and 24 in the FABURI ** low resonant cavity 20 is fixed.

Therefore, this conventional FABURI ** low resonant cavity cannot compensate the error of the half-value-width energy value by the tolerance of an optical thin film.

[0009]

This invention is made in view of an above-mentioned problem, satisfies expected half-value-width energy, and offers FABURI ** low equipment applicable to optic fiber communication.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

Therefore, the purpose of this invention is to offer the FABURI ** low equipment with which the error by the tolerance of the optical thin film of the half-value-width energy of the light wave distribution which passes a device is compensated, and its manufacture approach.

[0011]

Another purpose of this invention is by adjusting the distance between both the reflectors in FABURI ** low equipment to offer the approach of compensating a half-value-width energy error.

[0012]

[Means for Solving the Problem]

The FABURI ** low equipment of this invention is equipped with the FABURI ** low resonant cavity with which passage of light is presented. Said FABURI ** low resonant cavity has the first reflector which has the first reflection factor which reflects said light partially, and the second reflector in which it is arranged so that it may counter in parallel with the first reflector, and said light is reflected partially and which has the second reflection factor. Moreover, said light which passed said FABURI ** low resonant cavity compensates the error of the half-value-width energy by said first reflection factor and said second reflection factor with the distance between said first reflector and said second reflector by adjusting with said first reflection factor and said second reflection factor. Said first reflector is established on the micro reflecting mirror manufactured by the MEMS process technique, and the first optical thin film which offers said first reflection factor is applied. Furthermore, a tuner bull gap far smaller than the optical thickness Dop of a FABURI ** low resonant cavity is prepared in said first reflector.

[0013]

In the gestalt 1 of operation of this invention, the second reflector is one front face of a gray dead index lens, and the second optical thin film which offers the second reflection factor is applied on this front face. Moreover, it has pasted up with the pewter between the micro reflecting mirror with which the first reflector is located, and the gray dead index lens with which the second reflector is located. That is, between the first reflector of the gestalt of this operation, and the second reflector, before pasting up, it has good coordination distance, and it has a tuner bull gap after adhesion. For this reason, after the FABURI ** low equipment of the gestalt of this operation passes FABURI ** low equipment, the half-value-width energy error of the light wave distribution by the first reflection factor and the second reflection factor is suppliable with it.

[0014]

In the gestalt 2 of operation of this invention, the second reflector is one front face of the glass substrate currently fixed on the gray dead index lens, and the second optical thin film which offers the second reflection factor is applied on this front face. Furthermore, it has pasted up with the pewter between the micro reflecting mirror and the gray dead index lens.

[0015]

FABURI ** low equipment is equipped with the gray dead index lens used for the receiver for receiving further the light which passed this FABURI ** low equipment in the gestalt 3 of operation of this invention.

[0016]

FABURI ** low equipment is equipped with the reflecting mirror for reflecting again in this FABURI ** low equipment further the light which passed this FABURI ** low equipment, or the reflecting prism in the gestalt 4 of operation of this invention.

[0017]

[Embodiment of the Invention]

In order that the above-mentioned conventional FABURI ** low resonant cavity may solve the problem with which cannot be satisfied of an expected half-value-width energy value, this invention makes the first reflector the parallel light input component with which optical thin films, such as a gray dead index lens, were applied on the front face, and offers further the FABURI ** low equipment which makes the second reflector the reflector formed by the MEMS process technique instead of the reflector form by the conventional semi-conductor process technique. Thereby, adjustment of the distance between the first reflector in the FABURI ** low equipment of this invention and the second reflector is attained, and it is not fixed. Therefore, with the reflection factor of the optical thin film actually plated on the first reflector on a gray dead index lens, and the second reflector formed by the MEMS process technique, since the distance between both reflectors can be adjusted, the FABURI ** low equipment which has an expected half-value-width energy value is obtained. Hereafter, each operation gestalt of this invention is explained, referring to drawing 4 - drawing 7.

[0018]

- Gestalt 1 of operation -

Drawing 4 is drawing showing the FABURI ** low equipment 100 in the gestalt 1 of operation of this invention. As shown in drawing 4, the FABURI ** low equipment 100 of the gestalt 1 of this operation is equipped with the gray dead index lens 101 with which the optical thin film 102 made into the first reflector was applied, and the micro reflecting mirror 110 formed by the MEMS process technique in which the optical thin film 111 made into the second reflector was applied. The gray dead index lens 101 and the micro reflecting mirror 110 are pasted up with the pewter 121. In the manufacture process of the FABURI ** low equipment of the gestalt 1 of this operation, the first reflector of the above and the second reflector keep their distance D1 (a unit is μm), they are arranged so that it may be mutually parallel and may counter, and the second reflector of the micro reflecting mirror 110 has the tuner bull gap d1 (a unit is nm). d1 is farther [than D1] small. That is, D1 before pasting up with a pewter 121 can be adjusted. Therefore, even if tolerance exists in the actual reflection factor of the optical thin films 111 and 102, and the reflection factor expected at the time of a design, as for the FABURI ** low equipment of the gestalt 1 of this operation, the actual reflection factor of the optical thin films 111 and 102 can adjust distance D1. For this reason, the FABURI ** low equipment of the gestalt 1 of this operation can realize an expected half-value-width energy value, after pasting up with a pewter 121. For example, in an above-mentioned example, the expected reflection factor R can adjust distance D1 to about 20.8 micrometers (R is a correspondence value at 0.98:00) from above-mentioned 30 micrometers (R is a correspondence value at 0.97:00), when the reflection factor R actual at 0.97 is 0.96.

[0019]

For example, what is necessary is to double collimation of the gray dead index lens 101 with the micro reflecting mirror 110 on a flat display case, to arrange so that it may be parallel and the first reflector and second reflector may be made to counter, to measure the spectrum of the light which passed FABURI ** low equipment 100, and just to adjust the distance D1 between the first reflector and the second reflector.

[0020]

Furthermore, since the second reflector on the micro reflecting mirror 110 is a movable reflector after pasting up with a pewter 121, the FABURI ** low equipment of the gestalt 1 of this operation can adjust the filtration effectiveness of a light wave using this tuner bull gap d1. However, since d1 is far smaller than D1, the good alignment clearance D1 of the FABURI ** low equipment of the gestalt 1 of this operation is a completely different numeric value from the tuner bull gap d1. That is, the good coordination distance of the FABURI ** low equipment of the gestalt 1 of this operation is set to $D1+d1$.

[0021]

- Gestalt 2 of operation -

Drawing 5 is drawing showing the FABURI ** low equipment 200 in the gestalt 2 of operation of this invention. As shown in drawing 5, the FABURI ** low equipment 200 of the gestalt 2 of this operation

is equipped with the gray dead index lens 201 which installed the glass substrate 203 with which the optical thin film 202 made into the first reflector was applied, and the micro reflecting mirror 210 formed by the MEMS process technique in which the optical thin film 211 made into the second reflector was applied. The gray dead index lens 201 and the micro reflecting mirror 210 are pasted up with the pewter 221. In the manufacture process of the FABURI ** low equipment of the gestalt 2 of this operation, the first reflector of the above and the second reflector keep their distance D_2 , they are arranged so that it may be mutually parallel and may counter, and the second reflector of the micro reflecting mirror 210 has the tuner bull gap d_2 . d_2 is farther [than D_2] small. That is, D_2 before pasting up with a pewter 221 can be adjusted. Therefore, even if tolerance exists in the actual reflection factor of the optical thin films 211 and 202, and the reflection factor expected at the time of a design, as for the FABURI ** low equipment of the gestalt 2 of this operation, the actual reflection factor of the optical thin films 211 and 202 can adjust distance D_2 . For this reason, the FABURI ** low equipment of the gestalt 2 of this operation can realize an expected half-value-width energy value, after pasting up with a pewter 221.

[0022]

Furthermore, since the second reflector on the micro reflecting mirror 210 is a movable reflector after pasting up with a pewter 221, the FABURI ** low equipment of this operation gestalt 2 can adjust the filtration effectiveness of a light wave using this tuner bull gap d_2 . In addition, the good alignment clearance D_2 of the FABURI ** low equipment of this operation gestalt 2 is a completely different numeric value from the tuner bull gap d_2 as mentioned above. That is, the good coordination distance of the FABURI ** low equipment of this operation gestalt 2 is set to $D_2 + d_2$.

[0023]

- Gestalt 3 of operation -

Drawing 6 is drawing showing the FABURI ** low equipment 300 in the gestalt 3 of operation of this invention. As shown in drawing 6, the FABURI ** low equipment 300 of the gestalt 3 of this operation equips further the FABURI ** low equipment 100 in the above-mentioned operation gestalt 1 with the gray dead index lens 301. Here, the gray dead index lens 301 is a receiver for receiving the light wave which passes FABURI ** low equipment 100. In addition, since other parts of FABURI ** low equipment 300 are the same as the operation gestalt 1, the explanation is omitted.

[0024]

Similarly, the FABURI ** low equipment 300 of this operation gestalt 3 may be constituted by the FABURI ** low equipment 200 of the gestalt 2 of operation, and the gray dead index lens, and since other parts of FABURI ** low equipment 300 are the same as the operation gestalt 2, it omits the explanation.

[0025]

- Gestalt 4 of operation -

Drawing 7 is drawing showing the FABURI ** low equipment 400 in the operation gestalt 4 of this invention. As shown in drawing 7, FABURI ** low equipment 400 can equip the FABURI ** low equipments 100/200 of the gestalten 1 and 2 of the above-mentioned implementation with the reflective components 401, such as one more reflecting mirror or a reflecting prism, when the gray dead index lenses 101/201 in the gestalten 1 and 2 of operation are bidirectional fiber molds. In this case, since the light wave which passes the FABURI ** low equipments 100/200 is reflected in this FABURI ** low equipment, the reflective component 401 in the gestalt 4 of this operation is used. Since other parts of the FABURI ** low equipment 400 of the gestalt 4 of this operation are the same as the gestalten 1 and 2 of operation, the explanation is omitted.

[0026]

In addition, the explanation by said operation gestalt does not pass over the contents of this invention by the contents for explaining briefly, and does not restrict this invention to those configurations in narrow sense. It is contained in this invention even if the design change of the range which does not deviate from the summary of this invention etc. occurs.

[0027]

[Effect of the Invention]

In order according to the FABURI ** low equipment of this invention for a gray dead index lens etc. to make the first reflector the parallel light input component to which the optical thin film was applied and to make into the second reflector the reflector formed by the MEMS process technique, Adjustment of the distance between the first reflector in FABURI ** low equipment and the second reflector is attained. The first reflector on a gray dead index lens, With the reflection factor of the optical thin film actually plated on the second reflector formed by the MEMS process technique, since the distance between both reflectors can be adjusted, the FABURI ** low equipment of this invention can realize an expected half-value-width energy value.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of the conventional FABURI ** low etalon.

[Drawing 2] It is drawing showing the spectrum property of a light wave, and a upside axis of abscissa shows fringe order, a lower axis of abscissa shows wavelength, a right longitudinal shaft shows energy loss (db), and the left-vertical shaft shows permeability (%).

[Drawing 3] It is drawing showing the configuration of the conventional FABURI ** low resonant cavity manufactured by the semi-conductor process technique and the MEMS process technique.

[Drawing 4] It is drawing showing the configuration of the FABURI ** low equipment in the gestalt 1 of operation of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the configuration of the FABURI ** low equipment in the gestalt 2 of operation of this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the configuration of the FABURI ** low equipment in the gestalt 3 of operation of this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration of the FABURI ** low equipment in the gestalt 4 of operation of this invention.

[Description of Notations]

10 FABURI ** Low Etalon

11 12 Plane mirror

13 Incident Light

14 Hikaru Idei

20 FABURI ** Low Resonant Cavity

21 Glass Substrate

22 Silicon Substrate

23 24 Optical thin film

100,200,300,400 FABURI ** low equipment

101,201 Gray dead index lens

102,202 Optical thin film

110,210 Micro reflecting mirror

111,211 Optical thin film

121,221 Pewter

203 Glass Substrate

301 Gray Dead Index Lens

401 Reflecting Mirror

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-138996

(P2004-138996A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 26/00

G02B 5/28

F 1

G02B 26/00

G02B 5/28

テーマコード(参考)

2H041

2H048

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-363269 (P2002-363269)
 (22) 出願日 平成14年12月16日(2002.12.16)
 (31) 優先権主張番号 91123887
 (32) 優先日 平成14年10月16日(2002.10.16)
 (33) 優先権主張国 台湾(TW)

(71) 出願人 596039187
 台達電子工業股▲ふん▼有限公司
 台湾桃園縣龜山郷山頂村興邦路31之1號
 (74) 代理人 100077931
 弁理士 前田 弘
 (74) 代理人 100094134
 弁理士 小山 廣毅
 (74) 代理人 100110939
 弁理士 竹内 宏
 (74) 代理人 100110940
 弁理士 嶋田 高久
 (74) 代理人 100113262
 弁理士 竹内 祐二
 (74) 代理人 100115059
 弁理士 今江 克実

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半値幅エネルギー誤差を補償するファブリーペロー装置及びその製造方法

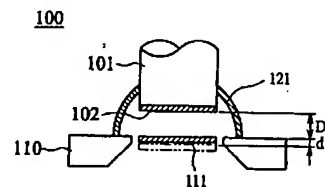
(57) 【要約】

【課題】 光がファブリーペロー共振空洞を通過する際に、光学薄膜の公差による半値幅エネルギー値の誤差を補償する、ファブリーペロー装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明のファブリーペロー装置は、グレーデッドインデックス・レンズ等、光学薄膜が塗られた平行光入力素子を第一反射面とし、MEMSプロセス技術によって形成された反射面を第二反射面とするため、ファブリーペロー装置における第一反射面と第二反射面間の距離が調整可能となり、グレーデッドインデックス・レンズ上の第一反射面と、MEMSプロセス技術によって形成された第二反射面上に実際にメッキされた光学薄膜の反射率によって、両反射面間の距離を調整することができるため、所期の半値幅エネルギー値を実現することができる。

【選択図】

図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を部分的に反射する第一反射率を有する第一反射面と、
前記第一反射面と平行して対向するように配置され、前記光を部分的に反射する、第二反射率を有する第二反射面と、
を有し、光の通過に供するファブリーペロー共振空洞を備えるファブリーペロー装置であって、

前記第一反射面と前記第二反射面との間の距離は、前記第一反射率と前記第二反射率によって調整することにより、前記ファブリーペロー共振空洞を通過した前記光が前記第一反射率と前記第二反射率による半値幅エネルギーの誤差を補うことを特徴とするファブリーペロー装置。

10

【請求項 2】

前記第二反射面は、グレーデッドインデックス・レンズの一表面であり、前記表面上には、前記第二反射率を提供する第二光学薄膜が塗られていることを特徴とする、請求項 1 に記載のファブリーペロー装置。

【請求項 3】

前記第二反射面は、グレーデッドインデックス・レンズ上に固定されているガラス基板の一表面であり、前記表面上には、前記第二反射率を提供する第二光学薄膜が塗られていることを特徴とする、請求項 1 に記載のファブリーペロー装置。

【請求項 4】

前記ファブリーペロー共振空洞を通過する光を受信するためのグレーデッドインデックス・レンズ又は光電転換のフォトダイオードと、
前記ファブリーペロー装置を通過した光を再び前記ファブリーペロー装置に反射する反射鏡又は反射プリズムと、
をさらに備えることを特徴とする、請求項 1 に記載のファブリーペロー装置。

20

【請求項 5】

M E M S プロセス技術で移動できるマイクロ反射鏡を製造し、さらに前記マイクロ反射鏡の表面上に第一光学薄膜を塗り、第一反射面を形成するステップと、
グレーデッドインデックス・レンズ上に第二光学薄膜を塗り、第二反射面を形成するステップと、
平台上で前記マイクロ反射鏡と前記グレーデッドインデックス・レンズの照準を合わせ、前記第一反射面と前記第二反射面を、平行して対向させるように配置するステップと、
ファブリーペロー装置を通過した光のスペクトラムを測定し、前記第一反射面と前記第二反射面間の距離を調整し、半値幅エネルギー誤差を公差に符合させるステップと、
を含むことを特徴とする、ファブリーペロー装置の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ファブリーペロー装置に関し、特に光ファイバ通信の応用において、半値幅エネルギー誤差を補うファブリーペロー装置及びその製造方法に関する。

40

【0002】

【従来の技術】

近年、光波の反射、屈折、干渉、迅速な伝送速度等の特性、及び、容易に入手するという利点から、各種光学応用技術は目覚ましい発展を遂げてきた。中でも、光通信領域の発展は著しい。光通信は光波の進行によってデータの伝送を行なうため、伝送の過程におけるデータの發送及び受信の効率は、光波の特性と深く関わる。つまり、目下、光通信通路で使用される各種の主動又は受動光学デバイスは、光波の特性による制限を克服しなければ、望ましい發送及び受信の効率が得られない。

【0003】

このニーズに応えるため、半導体及び M E M S (M i c r o E l e c t r o M e c h 50

anical Systems)等、各種光学デバイスの製作精度は、全てサブミクロンないしナノ技術に向けて造られている。例えば、半導体技術及びMEMS技術におけるバルク・マイクロ加工技術から発展したマイクロ型ファブリーペロー共振空胴(又は干渉計)は、すでに光電、機械、医学、環境測定など様々な領域で応用されている。

【0004】

図1は従来のファブリーペローエタロンを示す図である。図1に示すように、ファブリーペローエタロン10は、互いに平行し、対向する平面鏡11と12によって構成されている。平面鏡11と12の反射率はRであり、両平面鏡とも入射光13を部分的に反射することができる。又、平面鏡11と12間の距離 D_p は光学的厚さと呼ばれる。波長が $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の入射光13はファブリーペローエタロン10に入射する際、平面鏡11と12の反射作用によって、入射光13は両平面鏡11と12の間で行き来する。そして、平面鏡11と12間の距離 D_p を調整することによって、特定波長 λ_1 の入射光14のみを通過させることが可能となり、濾過効果を得ることができる。ファブリーペロー装置の光学特性は下記の式によって定義される。

【0005】

自由スペクトラム比(Free Spectrum Ratio): $FSR = (\lambda^2) / 2nD_p$

(λ は中心波長、 n は屈折率、 D_p は両平面鏡間の距離である。)

フィネス(Finesse): $F = \pi \sqrt{R} / (1 - R)$

(R は両反射鏡の反射率である。)

半値幅エネルギー: $FWHM = FSR / F$

【0006】

上記ファブリーペローエタロン10を通過した出射光14は、波長がガウス分布に近似する。このため、従来の光学通信システムの応用で、光波をろ過する半値幅エネルギー値は設計上の最も重要なパラメータとなる。上記ファブリーペローエタロン10において、出射光14の波長分布の半値幅エネルギー値は、主に両平面鏡11と12の反射率、及び、両平面鏡の間の光学的厚さ D_p によって決定される。そのため、ファブリーペローエタロンにとって、如何に両平面鏡11と12の製造と組み立て過程において、両平面鏡の間の光学的厚さ D_p と反射率 R を制御するのが、設計上の最も重要な課題となる。

【0007】

例えば、光ファイバ通信ITU100GHz仕様によれば、上記ファブリーペローエタロン10を通過した出射光14の特定波長 λ_1 を、波長範囲が1530nm~1565nmのCバンドの中心波長 λ 、つまり、1550nmとするために、出射光14のスペクトラム特性は、半値幅エネルギー値が0.37nmで、且つ自由スペクトラム比FSRが少なくとも40nmの条件を満たさなければならない。即ち、フィネス F は108でなければならない。ここで、半値幅エネルギー、自由スペクトラム比、そして、フィネスは、図2に示す通りである。さらに、自由スペクトラム比FSR、中心波長 λ 、光学的厚さ D_p 、及び、屈折率 n の関係式、 $FSR = (\lambda^2) / 2nD_p$ によると、平行する両平面鏡11と12の間の光学的厚さ D_p は最大30 μ mとなる。また、フィネス F と平行する両反射鏡の反射率 R の関係式 $F = \pi \sqrt{R} / (1 - R)$ によると、平行する両反射鏡の反射率 R は少なくとも0.97となる。

【0008】

しかし、図3に示すように、MEMS及び半導体プロセス技術によって製造される従来のファブリーペロー共振空胴20は、通常ガラス基板21上に特定深さの溝をエッチングして、そしてその表面に光学薄膜をメッキして固定反射面23を形成する。そして、MEMSプロセス技術でシリコン基板22上に光学薄膜をメッキした可動反射面24を形成する。固定反射面23と可動反射面24との距離は D であり、可動反射面24は微小な距離 d ($d \ll D$)を移動できる。このため、両反射面23と24の反射率は、実際に光学薄膜の品質によって決定される。しかし、目下の比較的優れた光学薄膜技術でも、両反射面の反射率を $\pm 1\%$ 以内にのみ制御できる。そのため、上述の例において、実際光学薄膜によ

10

20

30

40

50

る反射率は 0.97 ± 0.01 、即ち、 $0.96 \sim 0.98$ である。この反射率 R が $0.96 \sim 0.98$ の値をフィネスの式 $F = \pi \sqrt{R} / (1 - R)$ 、及び半値幅エネルギー値 $FWHM = FSR / F$ に導入すると、フィネス $F = 77 \sim 155$ 、半値幅エネルギー値 $FWHM = 0.52 \sim 0.258 \text{ nm}$ を得る。このような広い公差範囲を持つ半値幅エネルギー値 $FWHM$ は、ほとんど応用できない。そのため、この従来のファブリーペロー共振空胴 20 は、光学薄膜の公差によって、実際に得られる半値幅エネルギーが希望値と大きく異なることとなる。よって、半値幅エネルギーを設計の要求に誤差なく符合させるためには、両反射面間の距離 D を調整する必要がある。例えば、半値幅エネルギー値 $FWHM = 0.37 \text{ nm}$ である場合に、 $R = 0.97$ とすると、 $F = 108$ となる。式によれば $FSR = 0.37 \text{ nm} \times 108 = 40 \text{ nm}$ となり、 $D = 30 \mu\text{m}$ を得る。又、 $R = 0.98$ とすると、 $F = 155$ となる。式によれば $FSR = 0.37 \text{ nm} \times 155 = 57.5 \text{ nm}$ となり、 $D = 20.8 \mu\text{m}$ を得る。即ち、反射率の公差変化は D を調整することによって、半値幅エネルギー値 $FWHM$ を一定に保つことができる。しかし、製造過程におけるガラス基板 21 とシリコン基板 22 は、一緒に固定されている。つまり、ファブリーペロー共振空胴 20 内の両反射面 23 と 24 の間の距離 D は一定である。そのため、この従来のファブリーペロー共振空胴は光学薄膜の公差による半値幅エネルギー値の誤差を補うことができない。

【0009】

本発明は、上述の問題を鑑みてなされたものであって、所期の半値幅エネルギーを満足し、光ファイバ通信に応用できるファブリーペロー装置を提供する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の目的は、デバイスを通過する光波分布の半値幅エネルギーの光学薄膜の公差による誤差を補う、ファブリーペロー装置、及び、その製造方法を提供することにある。

【0011】

本発明のもう一つの目的は、ファブリーペロー装置内の両反射面間の距離を調整することによって、半値幅エネルギー誤差を補う方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明のファブリーペロー装置は、光の通過に供するファブリーペロー共振空胴を備える。前記ファブリーペロー共振空胴は、前記光を部分的に反射する第一反射率を有する第一反射面と、第一反射面と平行して対向するように配置され、前記光を部分的に反射する、第二反射率を有する第二反射面を有する。また、前記第一反射面と前記第二反射面との間の距離は、前記第一反射率と前記第二反射率によって調整することにより、前記ファブリーペロー共振空胴を通過した前記光が前記第一反射率と前記第二反射率による半値幅エネルギーの誤差を補う。前記第一反射面は、MEMS プロセス技術によって製造されたマイクロ反射鏡上に設けられ、前記第一反射率を提供する第一光学薄膜が塗られている。さらに、前記第一反射面には、ファブリーペロー共振空胴の光学的厚さ D_p より遥かに小さい、チューナブル・ギャップが設けられる。

【0013】

本発明の実施の形態 1 において、第二反射面は、グレーデッドインデックス・レンズの一表面であり、該表面上には、第二反射率を提供する第二光学薄膜が塗られている。又、第一反射面の位置するマイクロ反射鏡と、第二反射面の位置するグレーデッドインデックス・レンズとの間には、ハンダによって接着されている。つまり、本実施の形態の第一反射面と第二反射面との間に、接着される前から可調整距離を有しており、接着後にチューナブル・ギャップを有する。このため、本実施の形態のファブリーペロー装置は、ファブリーペロー装置を通過した後、第一反射率と第二反射率による光波分布の半値幅エネルギー誤差を補うことができる。

【0014】

10

20

30

40

50

本発明の実施の形態2において、第二反射面は、グレーデッドインデックス・レンズ上に固定されているガラス基板の一表面であり、該表面上には、第二反射率を提供する、第二光学薄膜が塗られている。さらに、マイクロ反射鏡と、グレーデッドインデックス・レンズとの間はハンダによって接着されている。

【0015】

本発明の実施の形態3において、ファブリーペロー装置は、さらに、該ファブリーペロー装置を通過した光を受信するための受信器に用いられるグレーデッドインデックス・レンズを備えている。

【0016】

本発明の実施の形態4において、ファブリーペロー装置は、さらに、該ファブリーペロー装置を通過した光を再び該ファブリーペロー装置に反射するための反射鏡、或いは反射プリズムを備えている。

【0017】

【発明の実施の形態】

上述の従来のファブリーペロー共振空洞が所期の半値幅エネルギー値を満足できない問題を解決するため、本発明は従来の半導体プロセス技術によって形成される反射面の代わりに、表面上に、グレーデッドインデックス・レンズ等の光学薄膜が塗られた平行光入力素子を第一反射面とし、さらに、MEMSプロセス技術によって形成された反射面を第二反射面とするファブリーペロー装置を提供する。これにより、本発明のファブリーペロー装置にある第一反射面と第二反射面間の距離は調整可能となり、固定されない。従って、グレーデッドインデックス・レンズ上の第一反射面とMEMSプロセス技術によって形成された第二反射面上に実際にメッキされた光学薄膜の反射率によって、両反射面間の距離を調整することができるため、所期の半値幅エネルギー値を有するファブリーペロー装置が得られる。以下、図4～図7を参照しながら、本発明の各実施形態について説明する。

【0018】

－実施の形態1－

図4は、本発明の実施の形態1におけるファブリーペロー装置100を示す図である。図4に示すように、本実施の形態1のファブリーペロー装置100は、第一反射面とする光学薄膜102が塗られたグレーデッドインデックス・レンズ101と、第二反射面とする光学薄膜111が塗られた、MEMSプロセス技術によって形成されたマイクロ反射鏡110と、を備える。グレーデッドインデックス・レンズ101とマイクロ反射鏡110は、ハンダ121によって接着されている。本実施の形態1のファブリーペロー装置の製造過程において、上記第一反射面と第二反射面は、距離 D_1 （単位は μm ）を置いて互いに平行して対向するように配置され、且つ、マイクロ反射鏡110の第二反射面はチューナブル・ギャップ d_1 （単位は nm ）を有する。 d_1 は D_1 より遥かに小さい。つまり、ハンダ121によって接着される前の D_1 は調整可能である。よって、たとえば光学薄膜111と102の実際の反射率と設計当初に期待される反射率に公差が存在しても、本実施の形態1のファブリーペロー装置は、光学薄膜111と102の実際の反射率によって距離 D_1 を調整することができる。このため、本実施の形態1のファブリーペロー装置は、ハンダ121で接着された後に所期の半値幅エネルギー値を実現することができる。例えば、上述の例では、所期の反射率 R が0.97で、実際の反射率 R が0.96である場合、距離 D_1 を上述の $3.0\mu\text{m}$ （ R が0.97時の対応値）から約 $20.8\mu\text{m}$ （ R が0.98時の対応値）に調整することができる。

【0019】

例えば、平台上でマイクロ反射鏡110とグレーデッドインデックス・レンズ101の照準を合わせ、その第一反射面と第二反射面を、平行して対向させるように配置し、ファブリーペロー装置100を通過した光のスペクトラムを測定して、第一反射面と第二反射面間の距離 D_1 を調整すればよい。

【0020】

さらに、本実施の形態1のファブリーペロー装置は、ハンダ121によって接着された後

、マイクロ反射鏡 110 上の第二反射面が移動可能な反射面であるため、このチューナブル・ギャップ d_1 を利用して光波の濾過効果を調整することができる。ただし、 d_1 が D_1 より遥かに小さいため、本実施の形態 1 のファブリーペロー装置の可調整間隔 D_1 は、チューナブル・ギャップ d_1 と全く異なる数値である。つまり、本実施の形態 1 のファブリーペロー装置の可調整距離は、 $D_1 + d_1$ となる。

【0021】

－実施の形態 2－

図 5 は、本発明の実施の形態 2 におけるファブリーペロー装置 200 を示す図である。図 5 に示すように、本実施の形態 2 のファブリーペロー装置 200 は、第一反射面とする光学薄膜 202 が塗られたガラス基板 203 を設置したグレーデッドインデックス・レンズ 201 と、第二反射面とする光学薄膜 211 が塗られた、MEMS プロセス技術によって形成されたマイクロ反射鏡 210 とを備える。グレーデッドインデックス・レンズ 201 とマイクロ反射鏡 210 は、ハンダ 221 によって接着されている。本実施の形態 2 のファブリーペロー装置の製造過程において、上記第一反射面と第二反射面は距離 D_2 を置いて互いに平行して対向するように配置され、且つ、マイクロ反射鏡 210 の第二反射面はチューナブル・ギャップ d_2 を有する。 d_2 は D_2 より遥かに小さい。つまり、ハンダ 221 によって接着される前の D_2 は調整可能である。よって、たとえ光学薄膜 211 と 202 の実際の反射率と設計当初に期待される反射率に公差が存在しても、本実施の形態 2 のファブリーペロー装置は、光学薄膜 211 と 202 の実際の反射率によって距離 D_2 を調整することができる。このため、本実施の形態 2 のファブリーペロー装置は、ハンダ 221 で接着された後に所期の半値幅エネルギー値を実現することができる。

【0022】

さらに、本実施形態 2 のファブリーペロー装置はハンダ 221 によって接着された後、マイクロ反射鏡 210 上の第二反射面が移動可能な反射面であるため、このチューナブル・ギャップ d_2 を利用して光波の濾過効果を調整することができる。なお、上述のように、本実施形態 2 のファブリーペロー装置の可調整間隔 D_2 はチューナブル・ギャップ d_2 と全く異なる数値である。つまり、本実施形態 2 のファブリーペロー装置の可調整距離は $D_2 + d_2$ となる。

【0023】

－実施の形態 3－

図 6 は、本発明の実施の形態 3 におけるファブリーペロー装置 300 を示す図である。図 6 に示すように、本実施の形態 3 のファブリーペロー装置 300 は、上述の実施形態 1 におけるファブリーペロー装置 100 に、さらにグレーデッドインデックス・レンズ 301 を備え付ける。ここで、グレーデッドインデックス・レンズ 301 は、ファブリーペロー装置 100 を通過する光波を受信するための受信器である。なお、ファブリーペロー装置 300 の他の部分は、実施形態 1 と同じであるため、その説明を省略する。

【0024】

同様に、本実施形態 3 のファブリーペロー装置 300 は、実施の形態 2 のファブリーペロー装置 200 とグレーデッドインデックス・レンズによって構成されても良く、ファブリーペロー装置 300 の他の部分は実施形態 2 と同じであるため、その説明を省略する。

【0025】

－実施の形態 4－

図 7 は、本発明の実施形態 4 におけるファブリーペロー装置 400 を示す図である。図 7 に示すように、ファブリーペロー装置 400 は、実施の形態 1, 2 におけるグレーデッドインデックス・レンズ 101 / 201 が双方向ファイバー型である場合、上記実施の形態 1, 2 のファブリーペロー装置 100 / 200 に、さらに一つの反射鏡又は反射プリズム等の反射素子 401 を備えることができる。この場合、本実施の形態 4 における反射素子 401 は、ファブリーペロー装置 100 / 200 を通過する光波を同ファブリーペロー装置に反射するために用いられる。本実施の形態 4 のファブリーペロー装置 400 の他の部分は実施の形態 1, 2 と同じであるため、その説明を省略する。

【0026】

なお、前記実施形態による説明は、本発明の内容を簡単に説明するための内容に過ぎず、本発明をそれらの構成に狭義的に制限するものではない。本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。

【0027】

【発明の効果】

本発明のファブリーペロー装置によれば、グレーデッドインデックス・レンズ等、光学薄膜が塗られた平行光入力素子を第一反射面とし、MEMSプロセス技術によって形成された反射面を第二反射面とするため、ファブリーペロー装置における第一反射面と第二反射面間の距離が調整可能となり、グレーデッドインデックス・レンズ上の第一反射面と、MEMSプロセス技術によって形成された第二反射面上に実際にメッキされた光学薄膜の反射率によって、両反射面の間の距離を調整することができるため、本発明のファブリーペロー装置は、所期の半値幅エネルギー値を実現することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のファブリーペローエタロンの構成を示す図である。

【図2】光波のスペクトラム特性を示す図であり、上部の横軸はしま次数を、下部の横軸は波長を示し、右縦軸はエネルギー損失(dB)を、左縦軸は透過率(%)を示している。

【図3】半導体プロセス技術及びMEMSプロセス技術によって製造される従来のファブリーペロー共振空洞の構成を示す図である。

20

【図4】本発明の実施の形態1におけるファブリーペロー装置の構成を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態2におけるファブリーペロー装置の構成を示す図である。

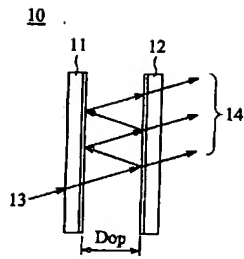
【図6】本発明の実施の形態3におけるファブリーペロー装置の構成を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態4におけるファブリーペロー装置の構成を示す図である。

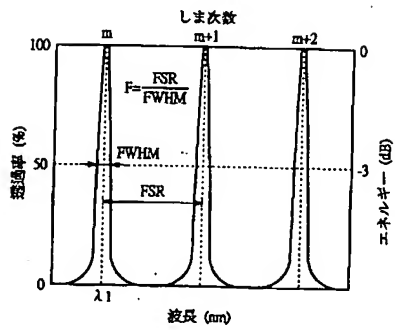
【符号の説明】

10	ファブリーペローエタロン	
11, 12	平面鏡	
13	入射光	
14	出射光	
20	ファブリーペロー共振空洞	30
21	ガラス基板	
22	シリコン基板	
23, 24	光学薄膜	
100, 200, 300, 400	ファブリーペロー装置	
101, 201	グレーデッドインデックス・レンズ	
102, 202	光学薄膜	
110, 210	マイクロ反射鏡	
111, 211	光学薄膜	
121, 221	ハンダ	
203	ガラス基板	40
301	グレーデッドインデックス・レンズ	
401	反射鏡	

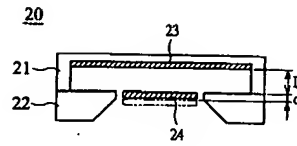
【図 1】



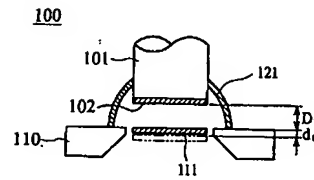
【図 2】



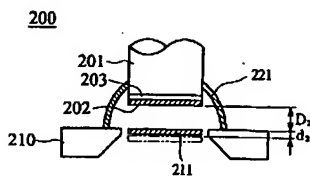
【図 3】



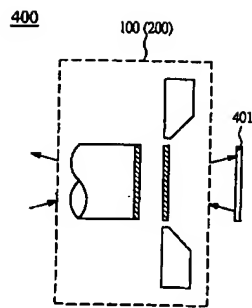
【図 4】



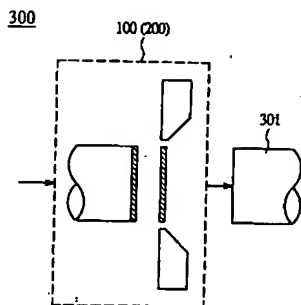
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

(74)代理人 100115510

弁理士 手島 勝

(74)代理人 100115691

弁理士 藤田 篤史

(72)発明者 張 紹雄

台湾桃園県桃園市栄華街6 4 巷3 7 弄3 0 号

Fターム(参考) 2H041 AA21 AB14 AZ02 AZ05 AZ08

2H048 GA01 CA13 GA62